

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2003-27998

(P2003-27998A)

(43)公開日 平成15年1月29日(2003.1.29)

(51)Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テマコード(参考)
F 0 2 D 43/00	3 0 1	F 0 2 D 43/00	3 0 1 B 3 G 0 2 2
			3 0 1 H 3 G 0 8 4
			3 0 1 J 3 G 3 0 1
41/04	3 0 5	41/04	3 0 5 C
	3 3 5		3 3 5 C

審査請求 未請求 請求項の数7 OL (全 13 頁) 最終頁に続く

(21)出願番号 特願2001-216214(P2001-216214)

(22)出願日 平成13年7月17日(2001.7.17)

(71)出願人 000003997

日産自動車株式会社

神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地

(72)発明者 吉田 岩雄

神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地 日産

自動車株式会社内

(72)発明者 米谷 孝雄

神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地 日産

自動車株式会社内

(74)代理人 100078330

弁理士 笹島 富二雄

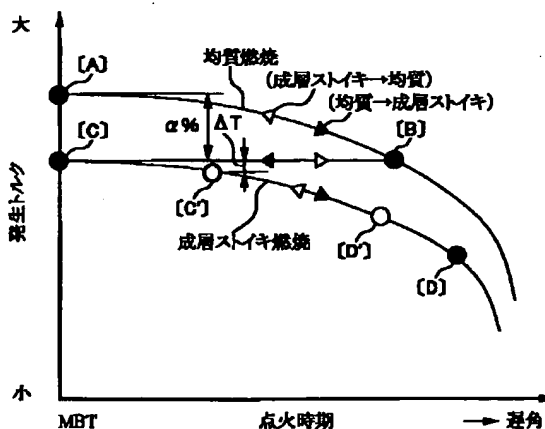
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 直噴火花点火式エンジンの制御装置

(57)【要約】

【課題】排気温度上昇用の成層ストイキ燃焼の性能を改善する。

【解決手段】1回の燃料噴射で燃焼室全体に均質な混合気を形成して燃焼させる均質燃焼から、圧縮行程での燃料噴射で点火栓周りに空燃比がストイキもしくはストイキよりリッチな混合気を形成し、吸気行程での燃料噴射でその外側にストイキよりリーンな混合気を形成して燃焼させる成層ストイキ燃焼への切り換え時、燃焼切り換えと同時に点火時期をトルク段差吸収分進角し〔B〕→〔C〕)、燃焼切り換え後は点火時期を徐々に遅角し〔C〕→〔D'〕)、所定量遅角後、成層ストイキ燃焼での圧縮行程における燃料噴射時期を遅角するとともに、点火時期をさらに遅角する〔D'〕→〔D〕)。



【特許請求の範囲】

【請求項1】エンジン運転状態に応じて、1回の燃料噴射で燃焼室全体に均質な混合気を形成して燃焼させる均質燃焼と、圧縮行程での燃料噴射で点火栓周りに空燃比がストイキもしくはストイキよりリッチな混合気を形成し、吸気行程での燃料噴射でその外側にストイキよりリーンな混合気を形成して燃焼させる成層ストイキ燃焼と、を切り換えるエンジンにおいて、

前記均質燃焼から成層ストイキ燃焼への切り換え時、燃焼切り換えと同時に点火時期をトルク段差吸収分進角し、燃焼切り換え後は点火時期を徐々に遅角し、所定量遅角後、成層ストイキ燃焼での圧縮行程における燃料噴射時期を遅角するとともに、点火時期をさらに遅角することを特徴とする直噴火花点火式エンジンの制御装置。

【請求項2】前記成層ストイキ燃焼を、機関の排気通路に配設された排気浄化触媒の昇温が要求されたときに行うことを特徴とする請求項1に記載の直噴火花点火式エンジンの制御装置。

【請求項3】前記成層ストイキ燃焼時の燃焼室全体の平均空燃比を、略ストイキとすることを特徴とする請求項1または請求項2に記載の直噴火花点火式エンジンの制御装置。

【請求項4】前記燃料噴射時期の遅角とともに行う点火時期の遅角の開始時期を、エンジン回転速度が高いときほど遅くすることを特徴とする請求項1～請求項3のいずれか1つに記載の直噴火花点火式エンジンの制御装置。

【請求項5】前記燃料噴射時期の遅角とともに行う点火時期の遅角の開始時期を、エンジン負荷が高いときほど遅くすることを特徴とする請求項1～請求項4のいずれか1つに記載の直噴火花点火式エンジンの制御装置。

【請求項6】前記均質燃焼から成層ストイキ燃焼への切り換え前に、点火時期を徐々に遅角しておくことを特徴とする請求項1～請求項5のいずれか1つに記載の直噴火花点火式エンジンの制御装置。

【請求項7】前記成層ストイキ燃焼から均質燃焼への切り換え時は、成層ストイキ燃焼での圧縮行程における燃料噴射時期を進角するとともに点火時期を進角し、点火時期をさらに徐々に進角した後、燃焼を切り換えると同時に点火時期をトルク段差吸収分遅角し、燃焼切り換え後は点火時期を均質燃焼に適合した時期まで徐々に進角することを特徴とする請求項1～請求項6のいずれか1つに記載の直噴火花点火式エンジンの制御装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、直噴火花点火式エンジンの制御装置に関し、特に、運転状態に応じて燃焼方式を切り換えるエンジンにおける燃焼方式切り換え時の点火時期制御に関する。

【0002】

【従来の技術】近年、燃費や排気浄化性能の向上を目的として、エンジンの燃焼室内に直接燃料を噴射供給して成層燃焼を行わせる直噴火花点火式エンジンが、採用されてきている。同上の直噴火花点火式エンジンにおいて、排気浄化触媒の昇温活性化促進のため、燃料を吸気行程と圧縮行程とで分割して噴射することにより、点火栓周りに空燃比がストイキよりリッチな空燃比の成層混合気を形成し、その外側にストイキよりリーンな空燃比の混合気を形成して、燃焼させるようにしたものがある（特開平10-212987号参照）。

【0003】即ち、点火栓周りの比較的リッチな混合気の初期燃焼で燃焼速度を早めつつ、リーン混合気による主燃焼へ移行させることにより、点火時期のリタードを可能とし、最後に点火栓付近で余剰燃料による後燃えを発生させることなどによって、HC、NO_x等の排出を抑制しつつ排気温度を上昇させて、排気浄化触媒の活性化促進を図っている。なお、点火栓周りの混合気空燃比はストイキとする場合もあり、以下、このようにして形成された混合気の燃焼を成層ストイキ燃焼と称して説明する。

【0004】ところで、上記のように排気温度昇温条件で成層ストイキ燃焼を行うエンジンでは、低温始動時には、まず安定した燃焼性を確保するため燃焼室全体に均質な混合気を形成して燃焼する均質燃焼を行い、次いで排気温度上昇の要求から前記成層ストイキ燃焼を行い、排気浄化触媒が活性化した後、均質リーン燃焼に切り換えられ、更に運転要求に応じて成層リーン燃焼、均質ストイキ燃焼に切り換えられる。

【0005】しかしながら、成層ストイキ燃焼は燃料と空気を十分に混合させた均質燃焼に比較して熱効率が低いため、成層ストイキ燃焼とその前後の均質燃焼とを切り換えるときにトルク段差が発生し、運転性が損なわれてしまうという問題を生じる。このため、上記のような燃焼の切り換え時に、トルク段差を抑制するための点火時期補正を行うことが考えられる。例えば、均質燃焼から成層ストイキ燃焼への切り換え時は、切り換えと同時に点火時期を所定量進角させることで、トルク段差を解消できる。そして、燃焼切り換え後、成層ストイキ燃焼における排気温度上昇効果を確保するように、トルク許容範囲（燃焼安定限界）まで徐々に遅角させる。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記方式（図では従来制御として示す）では、燃焼切り換え時のトルク段差解消を考慮した運転条件（燃料噴射時期、燃料噴射量）で、トルク許容範囲を満たす最終的な遅角後の点火時期が設定されるため、成層ストイキ燃焼における最適な点火時期まで遅角されず、排気昇温による触媒活性化効果を最大限に高めることができない。

【0007】本発明は、このような従来の課題に着目してなされたもので、燃焼切り換え時のトルク段差を十分

10

20

30

40

50

に解消しつつ、成層ストイキ燃焼による触媒活性効果を最大限高めることができるようにした直噴火花点火式エンジンの制御装置を提供することを目的とする。

【0008】

【課題を解決するための手段】このため、請求項1に係る発明は、エンジン運転状態に応じて、1回の燃料噴射で燃焼室全体に均質な混合気を形成して燃焼させる均質燃焼と、圧縮行程での燃料噴射で点火栓周りに空燃比がストイキもしくはストイキよりリッチな混合気を形成し、吸気行程での燃料噴射でその外側にストイキよりリ

ーンな混合気を形成して燃焼させる成層ストイキ燃焼と、を切り換えるエンジンにおいて、前記均質燃焼から成層ストイキ燃焼への切り換え時、燃焼切り換えと同時に点火時期をトルク段差吸収分進角し、燃焼切り換え後は点火時期を徐々に遅角し、所定量遅角後、成層ストイキ燃焼での圧縮行程における燃料噴射時期を遅角するとともに、点火時期をさらに遅角することを特徴とする。

【0009】請求項1に係る発明によると、燃焼切り換え時には、点火時期を燃焼切り換え時の燃料噴射時期に応じた進角限界近傍まで進角させてトルク段差を十分に解消することができる。次いで、徐々に遅角して所定量遅角した後、当該成層ストイキ燃焼の燃焼安定性を保ちうる範囲で、圧縮行程における燃料噴射時期を遅角するとともに点火時期をさらに遅角する。このように成層ストイキ燃焼における安定限界まで燃料噴射時期と共に点火時期を遅角させることにより、排気温度を可能な限り高めることができ、触媒活性効果を最大限高めることができる。

【0010】また、請求項2に係る発明は、前記成層ストイキ燃焼を、機関の排気通路に配設された排気浄化触媒の昇温が要求されたときに行うことを特徴とする。請求項2に係る発明によると、排気昇温による排気浄化触媒の活性が必要なときだけ、成層ストイキ燃焼を行うことにより、燃費も良好に維持できる。

【0011】また、請求項3に係る発明は、前記成層ストイキ燃焼時の燃焼室全体の平均空燃比を、略ストイキとすることを特徴とする。請求項3に係る発明によると、成層ストイキ燃焼時の燃焼室全体の平均空燃比を、略ストイキとすることで、成層ストイキ燃焼の排気昇温効果を十分に高められる。

【0012】また、請求項4に係る発明は、前記燃料噴射時期の遅角とともに行う点火時期の遅角の開始時期を、エンジン回転速度が高いときほど遅くすることを特徴とする。請求項4に係る発明によると、エンジン回転速度が高くなると、排気流量、排気温度が増大して触媒昇温効果が高められるので、その分、燃料噴射時期と共に行う点火時期の遅角を遅く開始させることにより、燃費の悪化を防止できる。

【0013】また、請求項5に係る発明は、前記燃料噴射時期の遅角とともに行う点火時期の遅角の開始時期

を、エンジン負荷が高いときほど遅くすることを特徴とする。エンジン回転速度と同様、エンジン負荷が高いときも、排気流量、排気温度が増大して触媒昇温効果が高められるので、その分、燃料噴射時期と共に行う点火時期の遅角を遅く開始させることにより、燃費の悪化を防止できる。

【0014】また、請求項6に係る発明は、前記均質燃焼から成層ストイキ燃焼への切り換え前に、点火時期を徐々に遅角しておくことを特徴とする。請求項6に係る発明によると、均質燃焼時は点火時期をMBTまたは進角限界近傍等まで進角させて燃焼効率の高い燃費の良い運転を行い、成層ストイキ燃焼への切り換え要求があったから、実際の燃焼切り換えの前に点火時期をトルク変化を抑制しながら徐々に遅角しておくことで、燃焼切り換え時のトルク段差解消分の進角代を確保することができる。

【0015】また、請求項8に係る発明は、前記成層ストイキ燃焼から均質燃焼への切り換え時は、成層ストイキ燃焼での圧縮行程における燃料噴射時期を進角するとともに点火時期を進角し、点火時期をさらに徐々に進角した後、燃焼を切り換えると同時に点火時期をトルク段差吸収分遅角し、燃焼切り換え後は点火時期を均質燃焼に適合した時期まで徐々に進角することを特徴とする。

【0016】請求項8に係る発明によると、成層ストイキ燃焼で圧縮行程時の燃料噴射時期と共に点火時期を遅角した分を進角して戻した上で、点火時期を均質燃焼に適合したMBTまたは進角限界等までトルク変化を抑制しながら徐々に進角することにより、燃焼効率の高い燃費の良い運転を行うことができる。

【0017】

【発明の実施の形態】以下に、本発明の実施の形態を、添付の図面に基づいて説明する。本発明の、実施形態のシステム構成を示す図1において、エンジン（内燃機関）1の吸気通路2には吸入空気流量 Q_a を検出するエアフローメータ3及び吸入空気流量 Q_a を制御するスロットル弁4が設けられる。

【0018】また、各気筒の燃焼室に臨ませて、燃料噴射弁5が設けられている。前記燃料噴射弁5は、前記コントロールユニット50において設定される駆動パルス信号によって開弁駆動され、図示しない燃料ポンプから圧送されてプレッシャレギュレータ（図示せず）により所定圧力に制御された燃料を燃焼室内に直接噴射供給することができるようになっている。

【0019】なお、燃焼室に臨んで装着されて、コントロールユニット50からの点火信号に基づいて吸入混合気に対して点火を行う点火栓6が、各気筒に設けられている。一方、排気通路7には、排気中の特定成分（例えば、酸素）濃度を検出することによって排気延いては吸入混合気空燃比を検出する空燃比センサ8（リッチ・リーン出力する酸素センサであっても良いし、空燃比を

リニアに広域に亘って検出する広域空燃比センサであってもよい)が設けられ、その下流側には、排気を浄化するための排気浄化触媒9が介装されている。なお、排気浄化触媒9としては、ストイキつまり理論空燃比 $\lambda=1$ 、 A/F (空気重量/燃料重量) $\cdot 14.7$ に近傍において排気中のCO、HCの酸化とNOxの還元を行って排気を浄化することができる三元触媒、或いは排気中のCO、HCの酸化を行う酸化触媒、或いは理論空燃比近傍において三元機能は発揮し、リーン空燃比において排気中のNOxをトラップし、ストイキ乃至リッチ空燃比になったときにトラップしたNOxを還元放出するNOxトラップ触媒等を用いることができる。

【0020】更に、前記排気浄化触媒9の排気下流側には、排気中の特定成分(例えば、酸素)濃度を検出し、リッチ・リーン出力する下流側酸素センサ10が設けられるようになっている。ここでは、下流側酸素センサ10の検出値により、空燃比センサ8の検出値に基づく空燃比フィードバック制御を補正することで、空燃比センサ8の劣化等に伴う制御誤差を抑制する等のために(所謂ダブル空燃比センサシステム採用のために)、前記下流側酸素センサ10を設けて構成したが、空燃比センサ8の検出値に基づく空燃比フィードバック制御を行わせるだけで良い場合には、かかる下流側酸素センサ10は省略することができるものである。また、空燃比フィードバック制御を行わない場合には、空燃比センサ8と下流側酸素センサ10を共に省略することができるものである。

【0021】ところで、空燃比センサ8は、排気浄化触媒9の排気上流側に設けられ、かつ熱容量も小さいので、排気浄化触媒9に比べれば、活性化速度は極めて速い。また、空燃比センサ8を電熱ヒータ等により強制的に昇温(活性化)させることもできるから、成層ストイキ燃焼中(排気浄化触媒9の暖機過程中)に、当該空燃比センサ8の検出結果に基づく空燃比フィードバック制御を行うことは可能である。

【0022】そこで、本実施の形態では、始動後直ちに空燃比センサ8を活性化させて、後述する成層ストイキ燃焼時に、燃焼室全体の空燃比がストイキとなるように、空燃比センサ8の検出値に基づいて、フィードバック制御する。また、クランク角センサ11が備えられており、コントロールユニット50では、該クランク角センサ11からエンジン回転と同期して出力されるクランク単位角信号を一定時間カウントして、又は、クランク基準角信号の周期を計測してエンジン回転速度Neを検出できるようになっている。

【0023】そして、エンジン1の冷却ジャケットに臨んで設けられ、冷却ジャケット内の冷却水温度Twを検出する水温センサ12が設けられている。更に、前記スロットル弁4の開度を検出するスロットルセンサ13(アイドルスイッチとしても機能させることができる)

が設けられている。ところで、本実施形態においては、前記スロットル弁4の開度を、DCモータ等のアクチュエータにより制御することができるスロットル弁制御装置14が備えられている。

【0024】当該スロットル弁制御装置14は、アクセル開度等に基づき演算される要求トルクを達成できるように、コントロールユニット50からの駆動信号に基づき、スロットル弁4の開度を電子制御するものとして構成することができる。前記各種センサ類からの検出信号は、CPU、ROM、RAM、A/D変換器及び入出力インタフェース等を含んで構成されるマイクロコンピュータからなるコントロールユニット50へ入力され、当該コントロールユニット50は、前記センサ類からの信号に基づいて検出される運転状態に応じて、前記スロットル弁制御装置14を介してスロットル弁4の開度を制御し、前記燃料噴射弁5を駆動して燃料噴射量(燃料供給量)を制御し、点火時期を設定して該点火時期で前記点火栓6を点火させる制御を行う。

【0025】なお、例えば、所定運転状態(低・中負荷領域など)で燃焼室内に圧縮行程で燃料噴射して、燃焼室内の点火栓6周辺に可燃混合気を層状に形成して成層燃焼を行うことができる一方、他の運転状態(高負荷領域など)では燃焼室内に吸気行程で燃料噴射して、シリンダ全体に略均質な混合比の混合気を形成して均質燃焼を行うことができるように、燃料噴射時期(噴射タイミング)についても、運転状態などに応じて変更可能に構成されている。

【0026】以下、本発明にかかる燃焼切り換え時の制御について説明する。成層ストイキ燃焼において圧縮行程中に噴射されて燃焼室内に形成された混合気層の点火栓周り空燃比はストイキよりリッチとなっており、所謂層状燃焼による混合気形成と同様な燃焼形態と考えられる。このような燃焼においては燃料の噴射時期と点火時期による燃焼性能において燃焼安定性に相関がある。図2に示すように、圧縮行程噴射での点火栓近傍での可燃混合気の形成には燃料噴射からある一定の時間(燃料の気化する時間)が必要であることがわかる。また、成層ストイキ燃焼における排気昇温効果を高めるためには、燃焼時期を遅らせればよく、そのため燃料噴射時期を遅らせると、図3にも示すように、前記燃料気化時間確保のため点火時期も遅らせる必要がある。

【0027】前記のような燃焼特性から、均質燃焼から成層ストイキ燃焼へ移行する場合の点火時期制御形態は、図8で示すように燃焼切り換え時の発生トルクを合わせるために均質燃焼時で点火時期を遅角させてトルクを低下させ(図8[A]→[B])、まさに成層ストイキ燃焼に切り換えるときに、点火時期を一気に進角させ直後のトルク段差が極力発生しないようにする(図8[B]→[C])。

【0028】しかし、既述したように、燃焼切り換え時

のトルク段差を解消するため、すなわち、点火時期をトルク段差分十分に進角させるために、成層ストイキ燃焼では可能な限り進角側に設定できるような燃料噴射時期を選択しているため、その後の点火時期遅角制御を前記燃料噴射時期に合わせて行くと、遅角限界が制約されてしまう(図8で、遅角限界が「D'」に留まる)。

【0029】このような現象に鑑み、本発明では、成層ストイキ燃焼への切り換え時のトルク段差の解消は上記の通り行って十分に解消しながら、成層ストイキ燃焼の目的である排気温度の昇温を最大限に促進させるようにした。図4は、均質燃焼から成層ストイキ燃焼への切り換え時の様子を示す。均質燃焼からの切り換え直後の成層ストイキ燃焼の点火時期は、上記の通りトルク段差を解消できる進角代を確保できるように進角側に設定された燃料噴射時期に合わせて設定されたものである。即ち、切り換え要求に合った点火時期の進角値を取ることができるので、切り換え時のトルク段差を十分に解消することができる。

【0030】次いで、本来の成層ストイキ燃焼の後燃え効果による昇温性を向上させるために、成層ストイキ切り換え後から点火時期の遅角制御が実施される。上述のように、燃焼切り換え時の燃料噴射時期のまま点火時期を遅角制御すると、遅角限界が限定されてしまうので、これを解消するために、図3で説明した燃焼安定性を維持しつつ遅角限界をより遅角側にシフトさせるようにする。

【0031】この手法として、燃焼切り換え時の燃料噴射時期における点火時期の遅角限界が来る前に燃料噴射時期と同時に点火時期を進角させることで、更に点火時期を進角させることが可能となる。この結果、最終的な点火時期をより遅角側に制御することができ、燃焼室内、更には排気管内での後燃え燃焼が促進され排気昇温が可能となり、触媒活性を最大限促進して排気浄化効率を向上させることができる。

【0032】ここで、成層ストイキ燃焼用への切り換え直後から燃料噴射時期と同期させて点火時期を進角側に設定する(図3の△、図8の「C'」)ことも可能であるが、そのようにすると、燃焼切り換え時の進角代が狭められて発生トルクが減少し(図8の△T)、切り換え時のトルク段差発生により運転性の悪化が起きてしまう。

【0033】このような理由から、切り換え直後からの点火時期の設定は燃料噴射時期と同期させず、トルク段差を解消してから燃料噴射時期と同期した点火時期の遅角制御を行うようにする。次に、本実施形態での点火時期と噴射時期の同期制御について説明する。図4において、1つの実施形態(第1の実施形態)では、均質燃焼から成層ストイキ燃焼への切り換えが実施されたあとの点火時期遅角制御で、遅角制御(遅角演算)を開始してから経過時間T1で燃料噴射時期と同期させて遅角さ

せて目標点火時期(遅角限界)まで遅角させる。T1は、点火時期の遅角を開始してから遅角前の燃料噴射時期に応じた点火時期の遅角限界近傍に達するまでの時間であり、その間の遅角量と、点火時期演算における時間当たりの遅角割合とから決定される。また、ここでの点火時期の遅角量は燃料噴射時期の遅角量と略同等値を設定してある。

【0034】図5は、成層ストイキ燃焼から均質燃焼への切り換え時の様子を示す。成層ストイキ燃焼から均質燃焼への切り換え判定後、経過時間T3後に燃料噴射時期と同期して点火時期を進角させる。その後は均質燃焼への切り換え前のトルク段差を解消させるために、目標点火時期まで進角させる。切り換え時に一気に所定量遅角し、それ以降は運転状態に合わせて、MBTもしくは遅角限界まで徐々に進角させて制御を終了する。

【0035】次に、均質燃焼から成層ストイキ燃焼への切り換え時のトルク段差解消及び排気昇温の制御をするための、前記第1の実施形態の制御について、より詳細に説明する。まず、均質燃焼から成層ストイキ燃焼への切り換え時の点火時期補正制御を図6に示したフローチャートに従って説明する。

【0036】ステップ1では、成層ストイキ燃焼が許可されているか否かを判定する。そして、成層ストイキ燃焼が許可されているとき、つまり、現在の均質燃焼から排気温度上昇用の成層ストイキ燃焼への切り換え要求が発生しているときには、ステップ2へ進む。ステップ2では、燃焼切り換え時のトルク段差を抑制するために必要な点火時期遅角補正制御を開始し、遅角割合の初期値を0%に設定する。即ち、均質燃焼から成層ストイキ燃焼に切り換える場合は、熱効率が低い成層ストイキ燃焼への切り換え時のトルク低下を無くすためのトルクを増大補正する必要があるが、現在の均質燃焼では、点火時期は、所定の燃費(あるいは機関安定性)を達成できるようにMBT(最大トルク発生点火時期)に制御されているので、そのままではトルクを増大補正するための点火時期の進角補正代がない。そこで、燃焼切り換え時のトルク増大補正が可能な進角代を確保できるまで点火時期を徐々に遅角する補正を行う。

【0037】ステップ3では、前記遅角補正を徐々に行うために、遅角割合を所定量インクリメントする。具体的には、単位時間(例えば10ms)毎にa%(例えば1%)ずつ遅角割合を増加させる。ステップ4では、遅角量を算出する。具体的には、まず、エンジン回転速度と負荷(基本燃料噴射量Tp等)とに基づいて、前記燃焼切り換え時にトルク段差を解消できるトルク増大補正が可能となる進角補正代を確保できるように、目標遅角点火時期を、マップからの検索等で算出し、次式により、逐時の遅角量を算出する。

【0038】遅角量=(MBT-目標遅角点火時期)×遅角割合

ステップ5では、最終的に点火時期を次式により算出する。

点火時期=MBT-遅角量

このようにして、燃焼切り換え要求発生後、点火時期が徐々に遅角させて前記目標遅角点火時期に近づけられる(図8[A]→[B])。

【0039】ステップ6では、前記目標遅角点火時期に達したか否かを、前記遅角割合が100%となったか等によって判定し、目標遅角点火時期に達するまで、ステップ3に戻って、徐々に遅角補正させる。そして、前記目標遅角点火時期に達したと判定されたときに、ステップ7へ進んで、燃焼を均質燃焼から成層ストイキ燃焼に切り換える。具体的には、燃料噴射弁から燃料噴射を吸気行程から吸気行程及び圧縮行程噴射(分割噴射)に切り換えて、成層ストイキ燃焼に切り換える。

【0040】さらに、ステップ8へ進んで、前記燃焼切り換えと同時に前記遅角割合を0に設定することにより、点火時期を前記遅角補正開始前のMBTに戻す(図8[B]→[C])。即ち、前記遅角補正分を一気に進角方向に補正することにより、燃焼切り換え時のトルク段差(図8の α)の発生を解消する。これにより、安定した運転性を確保できる。

【0041】ステップ9以降では、該切り換え後の成層ストイキ燃焼における最適な目標点火時期に徐々に近づける制御を行う。まず、ステップ9では、遅角割合を所定量インクリメントする。具体的には、前記ステップ3と同様に単位時間(例えば10ms)毎にa%(例えば1%)ずつ遅角割合を増加させる。

【0042】そして、ステップ10では逐次の遅角量を算出する。即ち、エンジン回転速度と負荷(基本燃料噴射量Tp等)とに基づいて、成層ストイキ燃焼での目標遅角点火時期を、マップからの検索等で算出し、次式により、逐次の遅角量を算出する。

遅角量=(MBT-目標遅角点火時期)×遅角割合

ここでは、前記成層ストイキ燃焼での目標遅角点火時期は、例えば、機関安定限界(運転性)内で最大限遅角(リタード)させるようになっている。このようにすれば、最大限排気温度を上昇させることができる。但し、従来の燃焼形態と同等の機関安定性を達成する程度に点火時期を大幅に遅角できるから、従来に対して排気温度の上昇効果は大きなものとして行うことができる。

【0043】ステップ11では、最終的に点火時期を次式により算出する。

点火時期=MBT-遅角量

このようにして、燃焼切り換え後、点火時期が徐々に遅角されて成層ストイキ燃焼での目標遅角点火時期に近づけられる(図8[C]→[D'])。ステップ12では、本制御である更なる点火時期遅角を実行するための条件が成立しているか否かを判定する。具体的には、前記の成層ストイキ燃焼切り換え後に燃焼の切り換え要求

がなく、点火時期遅角要求中であることを判定し、遅角要求中であれば、ステップ13へ進む。

【0044】ステップ13では、ステップ11で演算された点火時期が現在の燃料噴射時期における点火時期遅角限界(運転性の燃焼安定限界)に達しているか否かを判定する。すなわち、ステップ11での演算値(C/U50内で予め計算された)と、エンジン回転速度および負荷(基本燃料噴射量Tp等)に基づいてマップから検索等で算出した目標遅角点火時期と比較して目標遅角点火時期に達したか否かを判定する。

【0045】ステップ13で、点火時期が目標遅角点火時期に達していないと判定したときは、このルーチンを終了する。これにより、ステップ11で設定された点火時期に制御される。具体的には、C/U50から設定された点火時期に出力された信号により点火栓6が駆動されて点火される。一方、ステップ13で、点火時期が目標遅角点火時期に達したと判定したときは、ステップ14へ進む。

【0046】ステップ14では、最終的な燃料噴射時期(圧縮行程時)と点火時期とを、それぞれ次式により算出する。

燃料噴射時期(圧縮行程時)=直前の燃料噴射時期算出値-所定遅角量

点火時期=直前の点火時期算出値-所定遅角量

ここで、直前の燃料噴射時期算出値は別ルーチンで算出された最新の燃料噴射時期であり、直前の点火時期算出値はステップ11で算出された点火時期である。

【0047】前記燃料噴射時期における所定遅角量と、点火時期における所定遅角量とは結果的に略同一値であってよいが、燃料噴射時期の遅角量に応じて点火時期の遅角限界が遅角側にシフトするので、該シフト分を点火時期の遅角量として設定すればよい。これにより、成層ストイキ燃焼の圧縮行程での燃料噴射時期が遅角されるのに同期して点火時期が遅角され、従来に比して点火時期がより遅角側に制御される(図8[D']→[D])。

【0048】このようにすれば、成層ストイキ燃焼へ切り換えが行われたあと、点火時期を最大限に遅角設定できて、後燃え効果による排気昇温効果を最大限に行うことができる。なお、上記燃料噴射時期と点火時期との同期遅角制御を、複数回に分けて徐々に遅角制御するようにしてもよく、トルク変化を緩やかにすることができる。

【0049】次に、前記成層ストイキ燃焼から均質燃焼への切り換え時の点火時期補正、燃料噴射時期補正制御を図7に示したフローチャートに従って説明する。ステップ21では、均質(ストイキ)燃焼が許可されているか否かを判定する。そして、均質燃焼が許可されているとき、つまり、現在の成層ストイキ燃焼から暖機が完了して排気浄化触媒9が活性化し、又は加速等による運転

領域変化によって均質燃焼への切り換え要求が発生しているときには、ステップ22に進み、図5に示すように燃焼切り換え時のトルク段差を抑制するために必要な点火時期進角補正及び噴射時期進角補正制御を開始する。

【0050】このとき、点火時期及び圧縮行程噴射時期は、触媒活性化制御における最大遅角された状態となっている。そして、成層ストイキ燃焼から均質燃焼に切り換える場合は、熱効率が高い均質燃焼への切り換え時のトルク増大を無くすためにトルクを減少補正する必要があるが、前記したように本実施形態では成層ストイキ燃焼での点火時期を機関安定限界内で最大遅角させているため、これ以上遅角すると運転性が不安定になってしまうため、実質的に遅角補正を行うことができない。そこで、燃焼切り換え時のトルク減少補正が可能な遅角代を確保できるまで点火時期を徐々に進角する補正を行う。

【0051】まず、ステップ22では、成層ストイキ燃焼から均質燃焼へ切り換えるときに、成層ストイキ燃焼で最大のトルクを発生可能なように、まず、切り換え判定直後から一定時間経過後（T3）に圧縮行程噴射時期と点火時期を同期させて一定量[A]の点火時期を進角させる。すなわち、前記均質燃焼から成層ストイキ燃焼への切り換え時にステップ14で遅角した分を進角して戻す。

【0052】その後はステップ23へ進み、燃焼切り換え時のトルク段差を抑制するために必要な点火時期進角補正制御を開始し、前記遅角割合の初期値を100%に設定する。ステップ24では、前記進角補正を徐々に行うために、前記遅角割合を所定量デクリメントする。具体的には、単位時間（例えば10ms）毎にa%（例えば1%）ずつ遅角割合を減少させる。

【0053】ステップ25では、遅角量を算出する。具体的には、まず、エンジン回転速度と負荷（基本燃料噴射量Tp等）とに基づいて、燃焼切り換え後の均質燃焼における点火時期のMBTをマップからの検索等により算出し、これと現在の成層ストイキ燃焼における点火時期つまり目標遅角点火時期とに基づいて、次式により、逐次遅角量を算出する。

【0054】

遅角量 = (MBT - 目標遅角点火時期) × 遅角割合
ステップ26では、最終的に点火時期を次式により算出する。

点火時期 = MBT - 遅角量

このようにして、燃焼切り換え要求発生後、点火時期が徐々に進角されて前記均質燃焼時のMBTに近づけられる。

【0055】ステップ27では、前記MBTに達したか否かを、前記遅角割合が100%となった等によって判定し、MBTに達するまでの間、ステップ24に戻って、徐々に進角補正させる。そして、前記MBTまで達

したと判定されたときに、ステップ28へ進んで、燃焼を成層ストイキから均質燃焼に切り換える。具体的には、燃料噴射弁5から燃料噴射を吸気行程のみの噴射に切り換えて、均質燃焼に切り換える。

【0056】さらに、ステップ29へ進んで、前記燃焼切り換えと同時に点火時期を燃焼切り換え時のトルク増大解消分に相当する所定量、一気に遅角方向に補正することにより、均質燃焼におけるトルク段差解消のための目標遅角点火時期に切り換える（図8[C]→

10 [B]）。これにより、燃焼切り換え時のトルク段差（図8のα）の発生を解消でき、安定した運転性を確保できる。

【0057】ステップ30以降では、該切り換え後の均質燃焼におけるMBTに徐々に近づける制御を行う。まず、ステップ30では、遅角割合を所定量デクリメントする。具体的には、前記ステップ24と同様に単位時間（例えば10mg）毎にa%（例えば1%）ずつ遅角割合を減少させる。

【0058】そして、ステップ31で逐次の遅角量を算出する。即ち、前記均質燃焼でのMBTトルク段差解消用に燃焼が切り換えられた直後の目標遅角点火時期とに基づいて、次式により、逐次遅角量を算出する。

遅角量 = (MBT - 目標遅角点火時期) × 遅角割合
ステップ32では、最終的に点火時期を次式により算出する。

【0059】点火時期 = MBT - 遅角量

このようにして、燃焼切り換え後、点火時期が徐々に進角されて均質燃焼でのMBTに近づけられる（図8

30 [B]→[A]）。ステップ33では、前記MBTに達したか否かを、前記遅角割合が0%となったか等によって判定し、MBTに達するまでステップ30に戻って、徐々に進角補正する。

【0060】このようにすれば、排気温度上昇用の成層ストイキ燃焼から暖機完了後の均質燃焼への切り換え時のトルク段差を解消できる。次に、第2の実施形態について説明する。図12に第2の実施形態を説明する点火時期制御のフローチャートを示す。前記第1の実施形態では、図4で説明したように均質燃焼から成層ストイキ燃焼へ切り換えが行われてから最大遅角制御を実施する期間として遅角前の燃料噴射時期に応じた点火時期遅角限界によって一律に決定されるT1を与えたが、本第2の実施形態では、最大遅角制御の開始時間を機関の回転速度あるいは負荷（Tp）に応じて変化させる。

【0061】図4で示したように、燃焼切り換えが行なわれてから、触媒の活性化促進のために点火時期の遅角制御が実施されることを説明してきたが、ここでは、前記したようにエンジン回転速度あるいは負荷によって点火時期の最大遅角の開始時間を変更できる制御としている。これは、エンジン回転速度や負荷の増大方向では、吸入空気流量したがって排気流量が増大し、排気温度が

上昇するので、その分触媒の活性化のための必要時間が短縮し、あるいは過度の点火時期遅角の必要がなくなる。過度の点火時期遅角は著しく燃費の悪化を招くおそれがあるので、必要以上の遅角は回避すべきである。

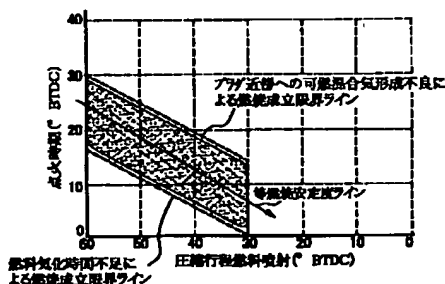
【0062】これらを解決するために、本実施形態ではエンジン回転速度及び負荷に合わせた点火時期遅角制御を行うようにしたもので、これにより、過度の燃費の悪化を招くことなく、かつ触媒の活性化を最適に行うことができる。図12のフローチャートにおいて、ステップ41～ステップ53は、図6のステップ1～ステップ13と同じである。

【0063】ステップ54で触媒の活性化判定を行い、触媒が活性化されていなければステップ55へ進む。ステップ55では、均質燃焼から成層ストイキ燃焼への切り換えが行なわれてから、最大限の遅角制御を開始する時期（燃焼切り換え開始からの時間 T_2 ）を判定する。具体的には、ステップ31で燃焼切り換えから単位時間（例えば2ms）毎に演算される単位時間毎の点火時期演算値と、図9に示すエンジン回転速度及び負荷（ T_p ）をパラメータとする点火時期遅角限界マップ（GADV）の参照値との差分を計算し、その差分が閾値（KADV）未満になったときを最大遅角制御開始時期と判定する。閾値（KADV）は、図10及び図11に示すようにそれぞれエンジン回転速度及び負荷（ T_p ）に応じた値を設定し、これらのいずれかを用いるか、両方用いて少なくとも一方が条件を満たすか、両方が条件を満たすかなどで判定する。さらには、閾値（KADV）エンジン回転速度及び負荷（ T_p ）に応じた三次元マップで設定すれば、より適切な値に設定できる。

【0064】最大遅角制御開始時期となるまでは、ステップ51で算出された点火時期に点火し、最大遅角制御開始時期と判定されたときに、ステップ56へ進んで、第1の実施形態と同様に、最終的な燃料噴射時期（圧縮行程時）と点火時期とを、それぞれ所定量遅角させる演算を行い、燃料噴射時期と同期した点火時期の遅角制御を行う。

【図面の簡単な説明】

【図2】



【図1】本発明の実施形態に係るシステム構成図。

【図2】本発明における成層ストイキ燃焼の点火時期遅角制御形態原理を説明するための図。

【図3】同上成層ストイキ燃焼の点火時期遅角制御形態を説明するための図。

【図4】同上実施形態における均質燃焼から成層ストイキ燃焼への切り換えの様子を示す図。

【図5】同上実施形態における成層ストイキ燃焼から均質燃焼への切り換えの様子を示す図。

10 【図6】均質燃焼から成層ストイキ燃焼への切り換え時の、第1の実施形態に係る点火時期制御を示すフローチャート。

【図7】成層ストイキ燃焼から均質燃焼への切り換え時の、第1の実施形態に係る点火時期制御のフローチャート。

【図8】均質燃焼と成層ストイキ燃焼とを切り換えるときの点火時期制御の様子を示す図。

20 【図9】均質燃焼から成層ストイキ燃焼への切り換え時の、第2の実施形態に係る点火時期制御に使用される遅角限界GADVのマップ。

【図10】同上第2の実施形態に係る点火時期制御に使用されるエンジン回転速度をパラメータとする閾値KADVのマップ。

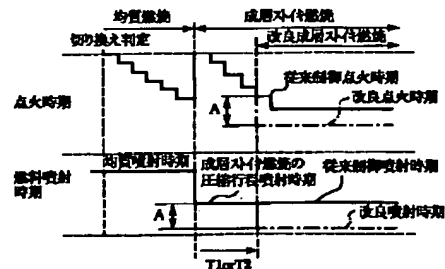
【図11】同上第2の実施形態に係る点火時期制御に使用されるエンジン負荷をパラメータとする閾値KADVのマップ。

【図12】同上第2の実施形態に係る点火時期制御のフローチャート。

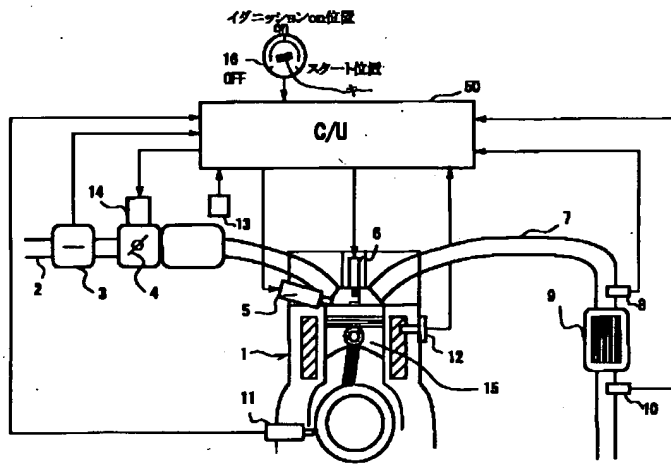
【符号の説明】

- 1 エンジン
- 4 スロットル弁
- 5 燃料噴射弁
- 6 点火栓
- 7 排気通路
- 8 空燃比センサ
- 9 排気浄化触媒
- 50 コントロールユニット

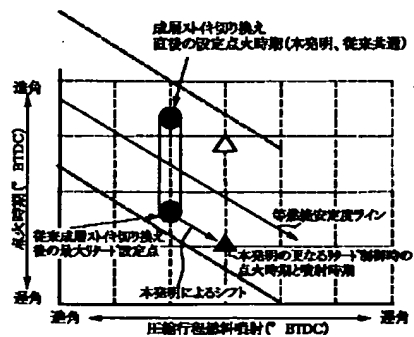
【図4】



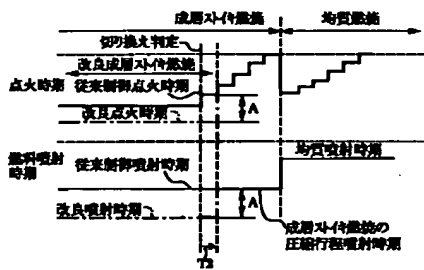
【図1】



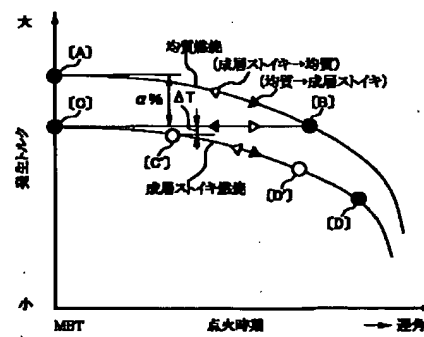
【図3】



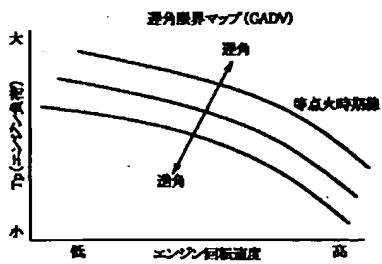
【図5】



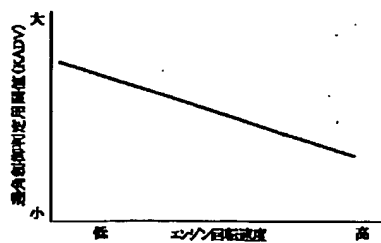
【図8】



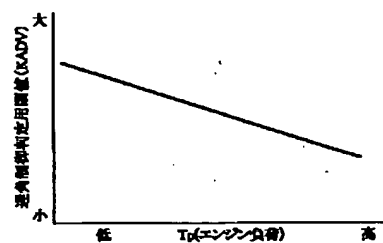
【図9】



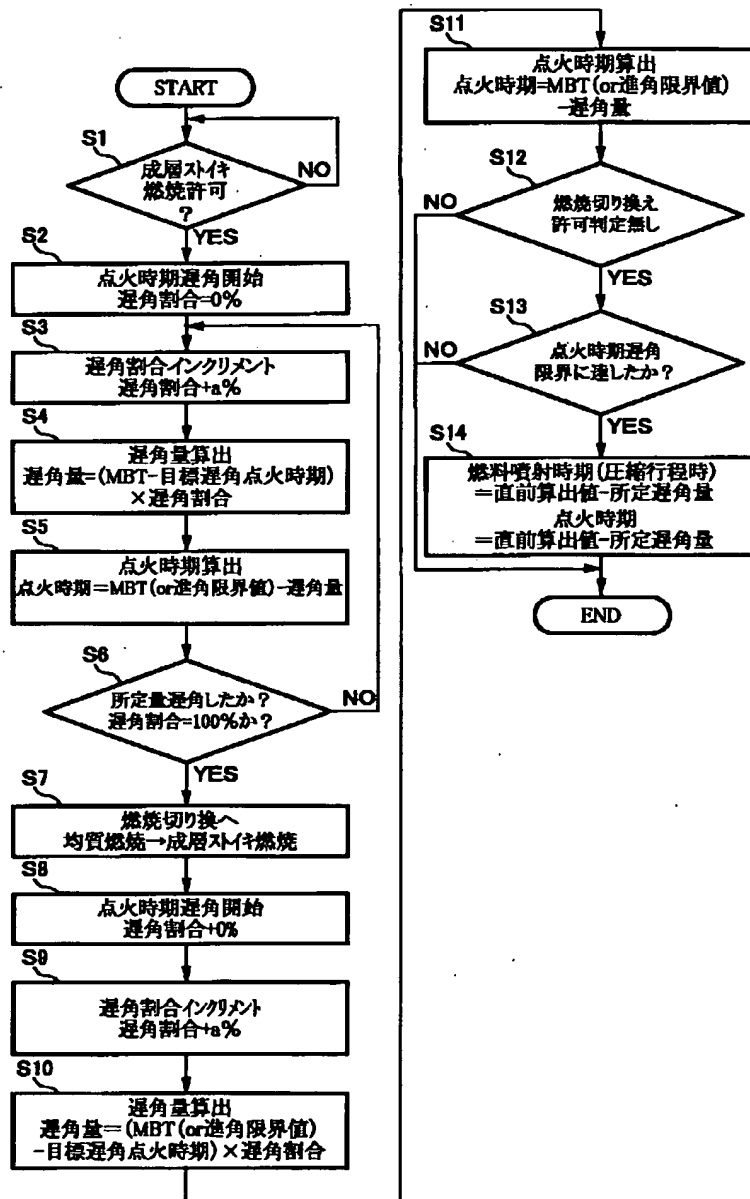
【図10】



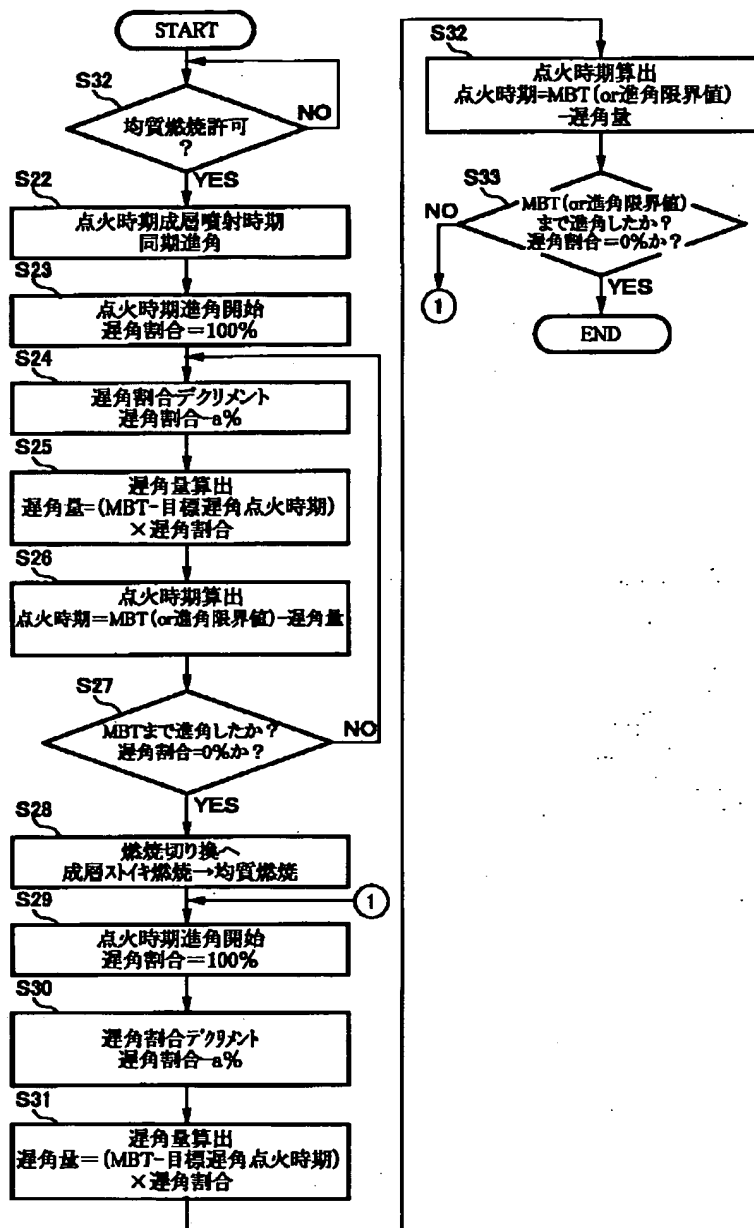
【図11】



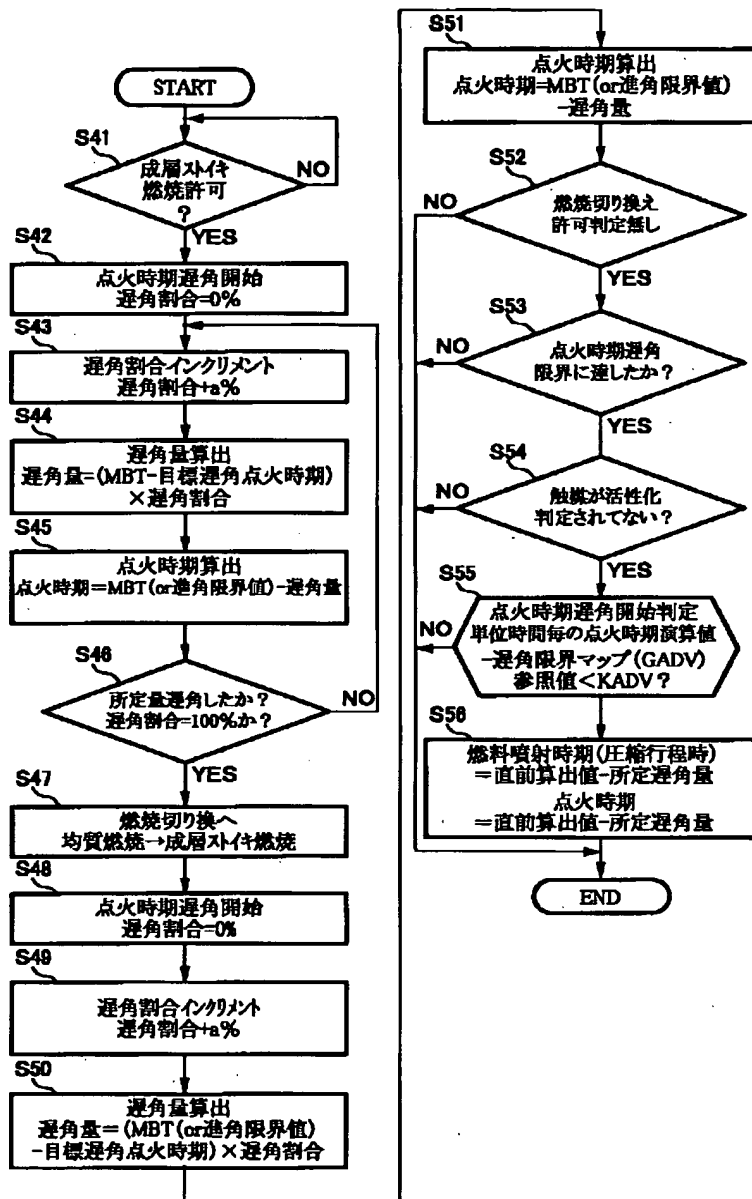
【図6】



【図7】



【図12】



フロントページの続き

(51)Int. Cl. 7

F02P 5/15

識別記号

FI

F02P 5/15

テーマト(参考)

B

F.ターム(参考) 3G022 AA06 CA03 CA04 DA01 DA02
EA07 GA01 GA05 GA06 GA08
GA09
3G084 AA03 AA04 BA09 BA13 BA15
BA17 CA03 CA04 DA10 DA11
EA05 EA11 EB09 EB12 EC01
EC03 FA07 FA10 FA13 FA20
FA26 FA30 FA33 FA38
3G301 HA01 HA04 HA06 HA16 JA04
JA21 KA06 KA23 LA03 LB04
LC03 MA01 MA11 MA18 NA06
NA08 NB03 NB13 NC04 ND02
NE11 NE12 NE14 NE15 NE19
NE23 PA01Z PA11Z PB03Z
PD09A PD09Z PE01Z PE03Z
PF03Z PF08Z

PAT-NO: JP02003027998A
DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 2003027998 A
TITLE: CONTROL SYSTEM FOR DIRECT INJECTION SPARK
IGNITION TYPE ENGINE
PUBN-DATE: January 29, 2003

INVENTOR-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
YOSHIDA, IWA0	N/A
YONETANI, TAKAO	N/A

INT-CL (IPC): F02D043/00, F02D041/04 , F02P005/15

ABSTRACT:

PROBLEM TO BE SOLVED: To improve the performance of stratified charge stoichiometric combustion for exhaust temperature rise.

SOLUTION: When homogeneous combustion providing combustion under the formation of a homogeneous mixture throughout a combustion chamber by one fuel injection is switched to stratified charge stoichiometric combustion providing combustion under the formation of a mixture whose air-fuel ratio is stoichiometric or richer about a spark plug by a fuel injection in a compression stroke and outward formation of a mixture on the leaner side of the stoichiometric level by a fuel injection in a suction stroke, ignition timing is advanced for torque step absorption simultaneously with the combustion switchover (from [B] to [C]), after the combustion switchover, the ignition timing is gradually retarded (from [C] to [D']), and after a given retardation, fuel injection timing in the compression stroke of the stratified charge stoichiometric combustion is retarded and the ignition timing is further retarded (from [D'] to [D]).

----- KWIC -----

Abstract Text - FPAR (2):

SOLUTION: When homogeneous combustion providing combustion under the formation of a homogeneous mixture throughout a combustion chamber by one fuel injection is switched to stratified charge stoichiometric combustion providing combustion under the formation of a mixture whose air-fuel ratio is stoichiometric or richer about a spark plug by a fuel injection in a compression stroke and outward formation of a mixture on the leaner side of the stoichiometric level by a fuel injection in a suction stroke, ignition timing is advanced for torque step absorption simultaneously with the combustion switchover (from [B] to [C]), after the combustion switchover, the ignition timing is gradually retarded (from [C] to [D']), and after a given retardation, fuel injection timing in the compression stroke of the stratified charge stoichiometric combustion is retarded and the ignition timing is further retarded (from [D'] to [D]).